

Technologiczny moduł 2 składa się z pionowego stojaka 3, z góry i z dołu którego ustawiono opory, na których w zespołach łożyskowych ustawione są wały z zamocowanymi na nich parami kół łańcuchowych 7. Naciąg łańcuchów uzyskuje się z pomocą śrub 12. Łańcuchy przemieszczają się w prowadnicach.

Nieparzyste moduły technologiczne mają od dołu mechanizm przemieszczania palety 11, a wszystkie parzyste moduły od góry posiadają ześlizgi korytkowe 8 w celu przemieszczania palety nad modułami. Parzyste i nieparzyste moduły są przesunięte (w pionie) jeden względem drugiego, tworząc zygzakowatą trajektorię ruchu palet w urządzeniu. Przesunięcie modułów tworzy dwa piętra ich rozmieszczenia, przy czym każde piętro modułów ma swój napęd 5 i 6, zapewniający synchroniczne przemieszczanie łańcuchów wszystkich modułów danego piętra. Wszystkie moduły – stojaki połączone są między sobą tworząc sztywny szkielet. Technologiczne moduły ustawia się jeden względem drugiego w odległości zapewniającej zazębienie kół łańcuchowych palet z łańcuchami dwóch sąsiednich modułów. Urządzenie jest osłonięte osłoną 9 i do niego doprowadzone są przewody powietrzne i inne mechanizmy technologiczne.

Załadowane porcją produkcji palety 10 po prowadnicy 1 dochodzą do mechanizmu przekazania, a następnie swoimi kołami łańcuchowymi dostają się między łańcuchy dwóch sąsiednich technologicznych modułów. Po przemieszczeniu palet wzdłuż wszystkich modułów następuje ich rozładowanie od porcji produkcji i przekazanie pustych palet do początkowej pozycji.

Taka konstrukcja zapewnia dużą elastyczność w doborze częstości obrotów palet i prędkości ich przemieszczania, co pozwala optymalizować warunki obróbki w produkcji. Możliwe są dwa warianty ruchu łańcuchów sąsiednich modułów, gdy łańcuchy przemieszczają się w jednym kierunku lecz z różnymi prędkościami lub, gdy łańcuchy przemieszczają się w różnych kierunkach. W trakcie ruchu łańcuchów w jednym kierunku uzyskuje się szybkie przemieszczenie palet przy powolnym ich obrocie. W trakcie ruchu łańcuchów w przeciwnych kierunkach (jednego względem drugiego) lecz z różnymi prędkościami uzyskuje się szybki obrót palet i powolne ich przemieszczanie w kierunku ruchu łańcuchów o większej prędkości.

Proces obróbki w obrotowych paletach uzależniony jest ruchem (obracaniem) porcji produkcji przy niecałkowitym wypełnieniu palet. Jeśli paleta obraca się powoli i można pominąć działanie sił odśrodkowych na obiekty produkcji, to kształt warstwy produktów w palecie, w przekroju prostopadłym do osi obrotu, można przedstawić w postaci segmentu okręgu. Segment taki zawiera dwie strefy. W jednej strefie (dolnej) następuje wspólne obracanie się produkcji z paletą. W drugiej (górnej) strefie produkcja opada pod dynamicznym kątem naturalnego pochylenia.

Stosowanie dwuprzęnośnikowych modułowych zespołów pozwala zintensyfikować proces obróbki, dobrać najbardziej racjonalne (optymalne) warunki wykonania operacji i zwiększyć jakość wytworzonych produktów.

Doc. dr inż. G.M. Wariasz jest pracownikiem Katedry Maszyn Rotorowych Tułskiego Uniwersytetu Technicznego, 300026 Tuła, pr. Lenina 92, Rosja.

## OPRACOWANIE I BADANIA DWUSKŁADNIKOWEGO WIBRACYJNEGO NAPĘDU Z UDAROWYM PARAMETRYCZNYM WZBUDZENIEM DRGAŃ

K.G.KOSULIN, J.A.SMIRNOW

Wibracyjne pojemnikowe urządzenia podające stosowane są w budowie maszyn dla podawania części do urządzeń technologicznych o dużej wydajności. Charakteryzują się one prostą konstrukcją zapewniającą dużą niezawodność i mały koszt urządzenia.

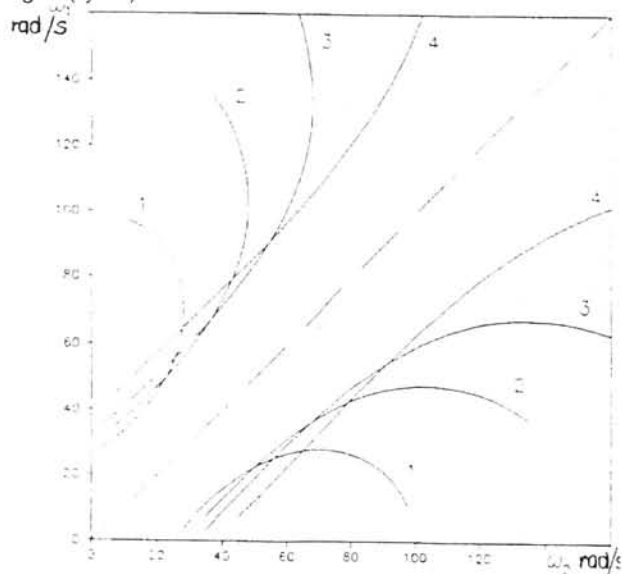
Wiadomo, że teoretyczne maksimum prędkości transportowania w wibracyjnych urządzeniach podających, zapewniają tzw. „idealne” prawa transportowania. W prawach tych prędkość i przyspieszenie transportującej powierzchni mają postać zębatą - liniowej funkcji. W realnych wibracyjnych urządzeniach podających stosuje się

prawo drgań harmonicznym transportującej powierzchni, co powoduje istotne zmniejszenie prędkości transportowania części po prowadnicy, a tym samym ogranicza ogólną wydajność urządzenia.

W pracach [1,2] zaproponowano konstrukcje wibracyjnych pojemnikowych urządzeń podających z udarowym parametrycznym wzbudzeniem drgań, zapewniających większy stopień przybliżenia kształtu drgań do „idealnego prawa transportowania”. Wzbudzenie drgań w tych urządzeniach uzyskuje się przez zmianę sztywności układu drgającego napędu wibracyjnego, co osiąga się za pomo-

całą zmianę parametrów pola magnetycznego specjalnie zaprojektowanego układu magnetycznego, spełniającego funkcję elektromagnetycznego elementu sztywności.

W pracy [3] przytoczono badania warunków wzbudzenia drgań w układzie drugiego rzędu z udarowym parametrycznym wzbudzeniem. Stwierdzono, że wyniki badań, analogicznie do stref stabilności stosowanych w teorii regulacji przy analizie wpływu dużej liczby parametrów, najwygodniej jest przedstawiać w obszarze wzbudzenia drgań (rys.1).



Rys. 1. Obszary wzbudzenia drgań układu drugiego rzędu z udarowym parametrycznym wzbudzeniem

W pracy wykazano, że elektromagnetyczny element sztywności w istocie jest nieliniowym elementem, mającym charakterystykę „kąta skręcania – moment skrętny” bliską do sinusoidalnej. Analiza nieliniowego układu drugiego rzędu, opisującego napęd wibracyjny z udarowym parametrycznym wzbudzeniem wykazała, że:

$$\frac{d^2 \varphi}{dt^2} + \delta \frac{d\varphi}{dt} + \omega \sin(\varphi) = 0$$

$$\omega = \begin{cases} \omega_1, & \text{sign} \left( \frac{d\varphi}{dt} \right) > 0 \\ \omega_2, & \text{sign} \left( \frac{d\varphi}{dt} \right) \leq 0 \end{cases} \quad (1)$$

Powyższe wskazuje, że w odróżnieniu od układu zlinearyzowanego, w którym obserwuje się nieograniczone zwiększanie amplitudy drgań, w układzie nieliniowym obserwuje się stabilizację amplitudy drgań wewnątrz obszaru wzbudzenia drgań.

Opracowano również metodykę projektowania wibracyjnych urządzeń transportowych z udarowym parametrycznym wzbudzeniem drgań organu roboczego.

Należy podkreślić, że wyniki badań dotyczyły napędu wibracyjnego z jednym stopniem swobody, w który płaszczyzna drgań organu roboczego była usytuowana poziomo. Bardziej interesującym przypadkiem jest badanie udarowego wibracyjnego napędu z dwoma stopniami swobody. W tym przypadku konstrukcja urządzenia zawiera dwa niezależne napędy wibracyjne z udarowym parametrycznym wzbudzeniem. Wydaje się, że taka konstrukcja powinna zwiększyć wydajność wibracyjnych pojemnikowych urządzeń podających, przy zachowaniu dotychczasowych ich zalet.

Na podstawie powyższego można wskazać kierunki dalszych badań takich napędów:

1. Opracowanie modelu matematycznego i badania ruchu części przy nieharmonicznych prawach ruchu powierzchni w poziomej i pionowej płaszczyźnie.
2. Analiza możliwych metod synchronizacji drgań udarowych parametrycznych wibratorów poziomej i pionowej składowej drgań.
3. Wybór optymalnych parametrów układów drgających w celu zapewnienia maksymalnej prędkości transportowania.

#### LITERATURA :

1. Patent 1640065 (ZSRR) Wibracionnoe bynkiernoje zagruzocznoje ustrojstwo. Kosulin K.G., Krystal M.G., Dipiersztejn M.B. Publ. w B.J. 1991, nr 13.
2. Patent 1751108 (ZSRR) Wibracionnoe bynkiernoje zagruzocznoje ustrojstwo. Kosulin K.G., Kristal M.G. Publ. w B.J. 1992, nr 28.
3. Kosulin K.G., Kristal M.G.:Razrabotka i issledowanije wibropriboda s udarnym paramatricseskim wozburzijeniem. „Awtomatizacija technologiczeskich processow w maszynostwojenii”. Sbornik naucznych trudow, wyd.1, Wołgograd, 1995, s.68.

Prof. dr inż. K.G. Kosulin i mgr inż. J.A. Smirnow są pracownikami Wołgogradzkiego Państwowego Uniwersytetu Technicznego, Wołgograd, Ukraina.